

04962268 **Image available**

CHIRP TYPE SAW SPREAD SPECTRUM MODEM, ITS CONSTITUTING METHOD,
COMMUNICATION EQUIPMENT AND SYSTEM USING THE MODEM, CHIRP SIGNAL
MULTIPLEXING METHOD, AND DETECTION OF CORRELATION FROM MULTIPLEXED CHIRP
SIGNAL

PUB. NO.: 07-254868 [JP 7254868 A]

PUBLISHED: October 03, 1995 (19951003)

INVENTOR(s): TAKEUCHI YOSHIHIKO

APPLICANT(s): JAPAN RADIO CO LTD [000433] (A Japanese Company or
Corporation), JP (Japan)

APPL. NO.: 06-048900 [JP 9448900]

FILED: March 18, 1994 (19940318)

INTL CLASS: [6] H04B-001/707; H03H-009/44

JAPIO CLASS: 44.5 (COMMUNICATION — Radio Broadcasting); 44.1

(COMMUNICATION — Transmission Circuits & Antennae)

JAPIO KEYWORD: R005 (PIEZOELECTRIC FERROELECTRIC SUBSTANCES)

ABSTRACT

PURPOSE: To suitably generate a chirp signal and to detect correlations between the chirp signal and a spread spectrum modulation signal by taking one electrode from electrodes constituting each of first and second SAW(surface acoustic wave) filters, which are formed on a piezoelectric substrate, as a common electrode and using the complex conjugate property of the frequency characteristic of the common electrode.

CONSTITUTION: An input electrode 2 and an output electrode 4 are constituted on the surface of a piezoelectric substrate 1 where a SAW is propagated, and the first SAW filter which outputs the chirp signal from the output electrode 4 at the time of input of an impulse to the input electrode 2 and the second SAW filter which detects correlations between the chirp signal and a signal subjected to spread spectrum modulation at the time of input of this signal to the input electrode 2 are provided. One of electrodes 2 and 4 is constituted as a common electrode 3. That is, the complex conjugate property of frequency characteristics of the common electrode 3 is used to perform chirp signal generation and correlation detection on the single piezoelectric substrate 1.

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平 7 - 2 5 4 8 6 8

(43)公開日 平成7年(1995)10月3日

(51)Int. Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 4 B 1/707

H 0 3 H 9/44

7259-5 J

H 0 4 J 13/00

D

審査請求 未請求 請求項の数 1 3 O L

(全 1 4 頁)

(21)出願番号 特願平6-48900

(22)出願日 平成6年(1994)3月18日

(31)優先権主張番号 特願平6-6987

(32)優先日 平6(1994)1月26日

(33)優先権主張国 日本(JP)

(71)出願人 000004330

日本無線株式会社

東京都三鷹市下連雀5丁目1番1号

(72)発明者 竹内 嘉彦

東京都三鷹市下連雀五丁目1番1号 日本無線株式会社内

(74)代理人 弁理士 吉田 研二 (外2名)

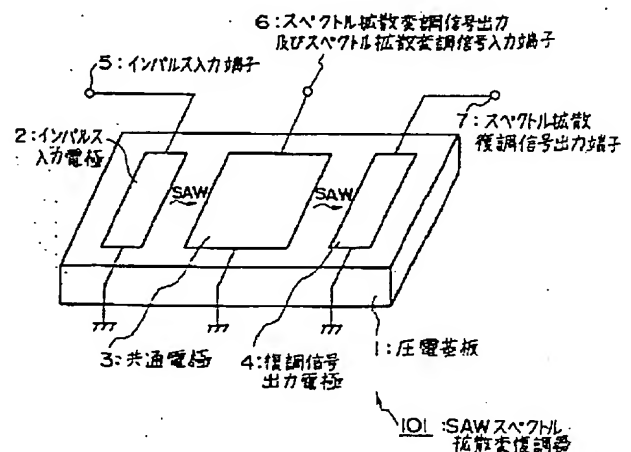
(54)【発明の名称】チャープ式SAWスペクトル拡散変復調器、これを用いた通信装置及びシステム、チャープ信号の多重化方法、多重化チャープ信号からの相関検出方法並びにチャープ式SAWスペクトル拡散変復調器

(57)【要約】

【目的】 インパルス印加のみで時間に対して滑らかなチャープ信号を生成でき、使用機器の小形軽量化が可能で使用可能温度範囲が広いチャープ式SAWスペクトル拡散変復調器を得る。簡素な回路構成でチャープ信号の良好な多重化を実現する。

【構成】 インパルス入力電極2にインパルスを印加すると、共通電極3からは、波形整形されたチャープ信号が得られる。このチャープ信号を共通電極3に印加し、復調信号出力電極4から信号を取り出すと、チャープ信号がパルス圧縮される。共通電極3の周波数特性の複素共役性を利用する。インパルスの入力時間間隔を、チャープ信号の持続時間より短くすることにより、多重化されたチャープ信号が簡素な構成で得られる。

実施例の構成



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 その表面において弾性表面波を伝搬可能な圧電基板と、

上記表面に構成された入力電極及び出力電極を有し、インパルスが入力電極に入力された場合に出力電極からチャープ信号を出力する第 1 の SAW フィルタと、
上記表面に構成された入力電極及び出力電極を有し、スペクトル拡散変調された信号が入力電極に入力された場合にこの信号とチャープ信号との相関を検出する第 2 の SAW フィルタと、

を備え、

第 1 の SAW フィルタの入力電極及び出力電極のいずれか一方が第 2 の SAW フィルタの入力電極及び出力電極のいずれか一方と共通の電極として構成され、弾性表面波を第 1 の SAW フィルタ側に送波又は受波するのかそれとも第 2 の SAW フィルタ側に送波又は受波するのかの相違により生じる当該共通の電極の周波数特性の複素共役性を用い、単一の圧電基板上でチャープ信号の生成及び相関検出を行うことを特徴とするチャープ式 SAW スペクトル拡散変復調器。

【請求項 2】 その表面において弾性表面波を伝搬可能な圧電基板と、

上記表面に形成され、インパルスの入力に応じ弾性表面波を発生させ圧電基板上の所定方向にこの弾性表面波を送波する入力電極と、

上記表面において入力電極から見て上記所定方向に第 1 の所定距離隔てて形成され、入力電極によって送波された弾性表面波を受波した場合にこれをチャープ信号に変換して出力する特性を有すると共に、スペクトル拡散変調信号の入力に応じ弾性表面波を発生させ圧電基板上で入力電極と逆の方向に送波する共通電極と、

上記表面において共通電極から見て入力電極と逆の方向に第 2 の所定距離隔てて形成され、共通電極によって送波された弾性表面波を受波した場合に共通電極に入力されたスペクトル拡散変調信号と上記チャープ信号との相関を示す信号を出力する特性を有する出力電極と、

を備え、

弾性表面波を入力電極側から受波するのかそれとも出力電極側に送波するのかの相違により生じる共通電極の周波数特性の複素共役性を用い、単一の圧電基板上でチャープ信号の生成及び相関検出を行うことを特徴とするチャープ式 SAW スペクトル拡散変復調器。

【請求項 3】 その表面において弾性表面波を伝搬可能な圧電基板と、

上記表面に形成され、インパルスの入力に応じ弾性表面波を発生させ圧電基板上の第 1 の所定方向にこの弾性表面波を送波する第 1 の入力電極と、

上記表面において第 1 の入力電極から見て上記第 1 の所定方向に形成され、スペクトル拡散変調信号の入力に応じ弾性表面波を発生させ圧電基板上で上記第 1 の所定方

向と逆の第 2 の所定方向にこの弾性表面波を送波する第 2 の入力電極と、

上記表面において第 1 の入力電極から見て上記第 1 の所定方向に第 1 の所定距離隔ててかつ第 2 の入力電極から見て上記第 2 の所定方向に第 2 の所定距離隔てて形成され、第 1 の入力電極によって送波された弾性表面波を受波した場合にこれをチャープ信号に変換して出力する特性を有すると共に、第 2 の入力電極によって送波された弾性表面波を受波した場合に上記スペクトル拡散変調信号と上記チャープ信号との相関を示す信号を出力する特性を有する共通電極と、

を備え、

弾性表面波を第 1 の入力電極側から受波するのかそれとも第 2 の入力電極側から受波するのかの相違により生じる共通電極の周波数特性の複素共役性を用い、単一の圧電基板上でチャープ信号の生成及び相関検出を行うことを特徴とするチャープ式 SAW スペクトル拡散変復調器。

【請求項 4】 その表面において弾性表面波を伝搬可能な圧電基板と、

上記表面に形成され、インパルスの入力に応じ弾性表面波を発生させ圧電基板上の第 1 の所定方向にこの弾性表面波を送波する一方でスペクトル拡散変調信号の入力に応じ弾性表面波を発生させ圧電基板上で上記第 1 の所定方向と逆の第 2 の所定方向にこの弾性表面波を送波する共通電極と、

上記表面において共通電極から見て上記第 1 の所定方向に第 1 の所定距離隔てて形成され、共通電極によって上記第 1 の所定方向に送波された弾性表面波を受波した場合にこれをチャープ信号に変換して出力する特性を有する第 1 の出力電極と、

上記表面において共通電極から見て上記第 2 の所定方向に第 2 の所定距離隔てて形成され、共通電極によって上記第 2 の所定方向に送波された弾性表面波を受波した場合に上記スペクトル拡散変調信号と上記チャープ信号との相関を示す信号を出力する特性を有する第 2 の出力電極と、

を備え、

弾性表面波を第 1 の出力電極側に送波するのかそれとも第 2 の出力電極側に送波するのかの相違により生じる共通電極の周波数特性の複素共役性を用い、単一の圧電基板上でチャープ信号の生成及び相関検出を行うことを特徴とするチャープ式 SAW スペクトル拡散変復調器。

【請求項 5】 請求項 1 乃至 4 記載のチャープ式 SAW スペクトル拡散変復調器において、

入力されるインパルスの時間間隔が、生成されるチャープ信号の持続時間以下であることを特徴とするチャープ式 SAW スペクトル拡散変復調器。

【請求項 6】 請求項 5 記載のチャープ式 SAW スペクトル拡散変復調器において、

入力されるインパルスの時間間隔が、可変であることを特徴とするチャープ式SAWスペクトル拡散変復調器。

【請求項 7】 請求項 1 乃至 6 記載のチャープ式SAWスペクトル拡散変復調器において、

入力されるスペクトル拡散変調された信号が、複数のチャープ信号を多重化した信号であることを特徴とするチャープ式SAWスペクトル拡散変復調器。

【請求項 8】 請求項 1 乃至 7 記載のSAWスペクトル拡散変復調器と、

送信すべきデータによって変調されたインパルスをSAWスペクトル拡散変復調器に入力する手段と、
SAWスペクトル拡散変復調器から出力されるチャープ信号をスペクトル拡散変調信号として送信出力する手段と、

を備えることを特徴とするスペクトル拡散通信装置。

【請求項 9】 請求項 1 乃至 8 記載のSAWスペクトル拡散変復調器と、

データを搬送しておりチャープ信号によりスペクトル拡散変調されている信号を受信し、SAWスペクトル拡散変復調器に入力する手段と、

SAWスペクトル拡散変復調器によって検出される相関がピークとなるタイミングに従いデータを再生する手段と、

を備えることを特徴とするスペクトル拡散通信装置。

【請求項 10】 チャープ信号をスペクトル拡散変調信号として送信する請求項 8 記載のスペクトル拡散通信装置と、

チャープ信号によりスペクトル拡散変調された信号を受信する請求項 9 記載のスペクトル拡散通信装置と、

を有することを特徴とするスペクトル拡散通信システム。

【請求項 11】 請求項 1 乃至 4 記載のSAWスペクトル拡散変復調器に対し、生成されるチャープ信号の持続時間以下の時間間隔で一連のインパルスを入力することにより、多重化されたチャープ信号を発生させることを特徴とするチャープ信号多重化方法。

【請求項 12】 請求項 11 記載の方法により多重化されたチャープ信号をスペクトル拡散変調された信号として請求項 1 乃至 4 記載のSAWスペクトル拡散変復調器に入力することにより、当該多重化されたチャープ信号それぞれについて相互に分離しながら相関を検出することを特徴とする多重化チャープ信号からの相関検出方法。

【請求項 13】 第 1 のSAWフィルタの入力電極から送波された弾性表面波が第 1 のSAWフィルタの出力電極によって受波された場合に、入力電極を励振したインパルスをスペクトル拡散したチャープ信号が得られるよう、第 1 のSAWフィルタの入力電極及び出力電極のパターンを定め、

第 2 のSAWフィルタの入力電極から送波された弾性表 50

面波が第 2 のSAWフィルタの出力電極によって受波された場合に、入力電極を励振したスペクトル拡散変調信号をパルス圧縮した信号が得られるよう、第 1 のSAWフィルタの入力電極及び出力電極のいずれか一方を第 2 のSAWフィルタの入力電極及び出力電極のいずれか一方と兼用される共通電極として用いつつ、第 2 のSAWフィルタの入力電極及び出力電極のパターン及びその配置間隔を定め、

その表面において弾性表面波を伝搬可能な圧電基板の当該表面に、第 1 のSAWフィルタ及び第 2 のSAWフィルタを構成する合計 3 個の電極を、定めた配置間隔及びパターンで形成することにより、

請求項 1 記載のSAWスペクトル拡散変復調器を構成することを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、表面弾性波（SAW）マッチドフィルタを用いてスペクトル拡散変調信号をスペクトル拡散復調するSAWスペクトル拡散復調器に関する。特にこれを改良して得られるチャープ式SAWスペクトル拡散変復調器に関する。本発明は、さらに、このチャープ式SAWスペクトル拡散変復調器を用いて構成されるチャープ式スペクトル拡散通信装置や、このチャープ式スペクトル拡散通信装置を用いて構成されるスペクトル拡散通信システムに関する。そして、本発明は、本発明のチャープ式SAWスペクトル拡散変復調器の構成方法に関する。加えて、本発明は、本発明のチャープ式SAWスペクトル拡散変復調器を用いてチャープ信号を多重化し、また多重化されたチャープ信号から分離しながら相関を検出する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】スペクトル拡散方式は、信号の秘匿性が高くかつ他の信号源からの干渉に強い無線通信方式である。スペクトル拡散方式としてはいくつかの方式が知られているが、例えば直接変調方式においては、送信機に搭載される符号変調器により送信信号が位相変調され、受信機に搭載される符号復調器により受信信号が復調される。この変復調（スペクトル拡散変復調）の際に用いられる符号は擬似雑音（PN）符号と呼ばれ、この符号により変調を行うことで送信信号のスペクトル分布が拡散する。従って、スペクトル拡散変調が施された送信信号を他者が受信したとしても、この変調の際に用いたPN符号を知らない限り復調することができない（信号の秘匿性）。また、他の信号源から近接した帯域の無線信号が発せられていても、スペクトルが拡散しているためその干渉を受けにくい。

【0003】スペクトル拡散方式の特質のうち信号の秘匿性は、特に、情報の秘匿が重要な軍事関連通信機器において重視されている。さらに、この秘匿性に加え、干渉に強いという特質は、各種民生機器において重視され

ている。第 1 に、近年では無線システムの高周波化が進んでおり、マルチパス干渉による受信信号品質の劣化が大きな問題となっている。この問題は、干渉に対して強いスペクトル拡散方式により緩和乃至解決することができる。第 2 に、周波数資源を有効利用するため他の無線システムとの無線周波数共用化を実現しようとする場合、送信信号のスペクトルを拡散させるスペクトル拡散方式が有効である。

【0004】スペクトル拡散方式を実施するためには、送信機に符号変調器（スペクトル拡散変調器）を、受信機に符号復調器（スペクトル拡散復調器）を、それぞれ搭載する必要がある。また、このスペクトル拡散変調器における変調速度は送信すべき信号（データ）の伝送レートに比べ高くしなければならない。さらに、受信機のスペクトル拡散復調器による復調の速度は、送信機における変調速度同様、高速でなくてはならない。このような高速処理が必要とされるため、スペクトル拡散変復調に関連する部品については、データ変復調に関連する部品以上の配慮が、設計者等に対して求められる。

【0005】さらに、スペクトル拡散復調器においては、送信機において使用した符号との同期を獲得する必要がある。同期を獲得する方法としては、例えば、同期するまで復調を繰り返す方法や、同期獲得及びスペクトル拡散復調を並行して実行する方法がある。しかし、これらの方法においては、同期獲得に時間を必要とするという問題点や、受信機の構成が複雑となるという問題点がある。特に、スペクトル拡散変調信号を多重化して伝送する際には、その回路構成はより一層複雑化する。

【0006】この種の問題を発生させないスペクトル拡散復調器としては、SAWコンボルバを用いた構成がある。すなわち、スペクトル拡散変調器において使用した符号と同一の符号を時間反転して SAWコンボルバに入力し、受信した信号との相関を求め、相関値がピークとなったときにデータを復調する方法により、上述した問題を発生させずにスペクトル拡散復調することができる。しかし、このような構成を使用する場合、スペクトル拡散変調器において使用した符号を時間反転した符号が必要になる。また、SAWコンボルバの効率はさほどよくなく、挿入損失が大きい。

【0007】スペクトル拡散復調器の他の構成としては、SAWマッチドフィルタを用いた構成がある。すなわち、スペクトル拡散変調された送信信号の周波数スペクトルに対して複素共役の周波数応答を有するフィルタ（マッチドフィルタ）を SAW 遅延線を用いて実現する。このフィルタに受信信号を入力することにより、SAW マッチドフィルタの構成により定まる信号（電極）パターンと受信信号との相関が得られ、この相関がピークとなるタイミング（位相）を検出することにより、受信信号をスペクトル拡散復調することができる。このような構成を用いた場合、SAWコンボルバのように時間

反転した符号は必要でなく、また挿入損失も比較的良好である。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかし、SAW マッチドフィルタを用いてスペクトル拡散復調を行う場合、このフィルタを、スペクトル拡散変調された送信信号の周波数スペクトルに応じて設計しなければならない。すなわち、SAW マッチドフィルタの特性は、スペクトル拡散変調器で使用した符号に応じて設計しなければならない。

【0009】また、SAW マッチドフィルタの温度特性は、そのシステムが使用される温度範囲内全域に亘って安定でなければならず、この安定性は環境温度基準で絶対的に得られなければならない。

【0010】さらに、事務所に配設されるローカルエリアネットワーク（LAN）のように双方向通信が必要となる場合、例えばサーバとクライアントの間でスペクトル拡散通信を行おうとすると、各機器にスペクトル拡散変調器とスペクトル拡散復調器を共に搭載しなければならない、装置構成の大型化や複雑化、ひいてはコストデメリットが生じてしまう。

【0011】そして、スペクトル拡散変調信号又は復調信号として、時間と共にその周波数が変化する信号であるチャープ信号を使用しようとしても、良好なチャープ信号を得ることは難しかった。すなわち、従来知られているいずれのスペクトル拡散変調器においても、その周波数が滑らかに時間変化するチャープ信号を得ることは困難である。

【0012】加えて、チャープ信号を多重化して伝送する場合、多重化の対象となる複数のチャープ信号を単一の信号源から得るのは難しい。つまり、チャープ信号の周波数時間変化率は高く、このようなチャープ信号を単一の信号源で複数個発生させるためには、当該信号源に対して信号の振幅及び位相を正確に再現する性能が要求される。このような要求に答えるのは、技術的には多くの場合困難である。そのため、チャープ信号を多重化して伝送するためには、チャープ信号を発生させる信号源を複数個設け、その出力を加算する必要があるが、これは回路コストの増加を招くと共に、各信号源の特性不一致による信号特性の劣化を招く原因となる。

【0013】本発明は、このような問題点を解決することを課題としてなされたものであり、第 1 に、送信機に搭載されるスペクトル拡散変調器と受信機に搭載されるスペクトル拡散復調器を、全く同一の構成を有する SAW 電極を用いて実現することを可能にし、これにより、スペクトル拡散復調器の特性をスペクトル拡散変調器の特性と容易に適合させることを目的とする。第 2 に、温度特性の安定性を環境温度基準で絶対的に確保する必要をなくし送信機と受信機の温度差（相対温度）を基準として確保するのみでよくすることにより、より広い温度

範囲で使用可能にすることを目的とする。第3に、スペクトル拡散変調器及びスペクトル拡散復調器を単一の部品として構成することにより、例えばスペクトル拡散を伴う双方向通信を行うシステムのように単一の機器にスペクトル拡散変調器及びスペクトル拡散復調器を共に搭載しなければならないアプリケーションであっても、当該機器を小形軽量化可能にすることを目的とする。第4に、チャープ信号を好適に発生させスペクトル拡散変調信号として用いることを可能にし、さらにこのスペクトル拡散変調信号が搬送しているデータを同一構成・同一仕様のデバイス上で復調可能にすることを目的とする。第5に、チャープ信号の多重化を簡素な回路構成かつ良好な特性で実現する変調器を得ると共に、多重化されたチャープ信号から相関ピークをそれぞれ好適に分離可能な復調器を得ることを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するために、本発明のSAWスペクトル拡散変復調器は、その表面においてSAWを伝搬可能な圧電基板と、上記表面に構成された入力電極及び出力電極を有し、インパルスが入力電極に入力された場合に出力電極からチャープ信号を出力する第1のSAWフィルタと、上記表面に構成された入力電極及び出力電極を有し、スペクトル拡散変調された信号が入力電極に入力された場合にこの信号とチャープ信号との相関を検出する第2のSAWフィルタと、を備え、第1のSAWフィルタの入力電極及び出力電極のいずれか一方が第2のSAWフィルタの入力電極及び出力電極のいずれか一方と共通の電極として構成され、SAWが第1のSAWフィルタ側に送波又は受波するのかそれとも第2のSAWフィルタ側に送波又は受波するのかの相違により生じる当該共通の電極の周波数特性の複素共役性を用い、単一の圧電基板上でチャープ信号の生成及び相関検出を行うことを特徴とする。

【0015】また、本発明のSAWスペクトル拡散変復調器は、第1のSAWフィルタの出力電極と第2のSAWフィルタの入力電極を共通電極とすることを特徴とする。すなわち、本発明のSAWスペクトル拡散変復調器の第1の構成は、その表面においてSAWを伝搬可能な圧電基板と、上記表面に形成され、インパルスの入力に応じSAWを発生させ圧電基板上の所定方向にこのSAWを送波する入力電極と、上記表面において入力電極から見て上記所定方向に第1の所定距離隔てて形成され、入力電極によって送波されたSAWを受波した場合にこれをチャープ信号に変換して出力する特性を有すると共に、スペクトル拡散変調信号の入力に応じSAWを発生させ圧電基板上で入力電極と逆の方向に送波する共通電極と、上記表面において共通電極から見て入力電極と逆の方向に第2の所定距離隔てて形成され、共通電極によって送波されたSAWを受波した場合に共通電極に入力されたスペクトル拡散変調信号と上記チャープ信号との

相関を示す信号を出力する特性を有する出力電極と、を備え、SAWを入力電極側から受波するのかそれとも出力電極側に送波するのかの相違により生じる共通電極の周波数特性の複素共役性を用い、単一の圧電基板上でチャープ信号の生成及び相関検出を行うことを特徴とする。

【0016】また、本発明のSAWスペクトル拡散変復調器は、第1のSAWフィルタの出力電極と第2のSAWフィルタの出力電極を共通電極とすることを特徴とする。すなわち、本発明のSAWスペクトル拡散変復調器の第2の構成は、その表面においてSAWを伝搬可能な圧電基板と、上記表面に形成され、インパルスの入力に応じSAWを発生させ圧電基板上の第1の所定方向にこのSAWを送波する第1の入力電極と、上記表面において第1の入力電極から見て上記第1の所定方向に形成され、スペクトル拡散変調信号の入力に応じSAWを発生させ圧電基板上で上記第1の所定方向と逆の第2の所定方向にこのSAWを送波する第2の入力電極と、上記表面において第1の入力電極から見て上記第1の所定方向に第1の所定距離隔ててかつ第2の入力電極から見て上記第2の所定方向に第2の所定距離隔てて形成され、第1の入力電極によって送波されたSAWを受波した場合にこれをチャープ信号に変換して出力する特性を有すると共に、第2の入力電極によって送波されたSAWを受波した場合に上記スペクトル拡散変調信号と上記チャープ信号との相関を示す信号を出力する特性を有する共通電極と、を備え、SAWを第1の入力電極側から受波するのかそれとも第2の入力電極側から受波するのかの相違により生じる共通電極の周波数特性の複素共役性を用い、単一の圧電基板上でチャープ信号の生成及び相関検出を行うことを特徴とする。

【0017】また、本発明のSAWスペクトル拡散変復調器は、第1のSAWフィルタの入力電極と第2のSAWフィルタの入力電極を共通電極とすることを特徴とする。すなわち、本発明のSAWスペクトル拡散変復調器の第3の構成は、その表面においてSAWを伝搬可能な圧電基板と、上記表面に形成され、インパルスの入力に応じSAWを発生させ圧電基板上の第1の所定方向にこのSAWを送波する一方でスペクトル拡散変調信号の入力に応じSAWを発生させ圧電基板上で上記第1の所定方向と逆の第2の所定方向にこのSAWを送波する共通電極と、上記表面において共通電極から見て上記第1の所定方向に第1の所定距離隔てて形成され、共通電極によって上記第1の所定方向に送波されたSAWを受波した場合にこれをチャープ信号に変換して出力する特性を有する第1の出力電極と、上記表面において共通電極から見て上記第2の所定方向に第2の所定距離隔てて形成され、共通電極によって上記第2の所定方向に送波されたSAWを受波した場合に上記スペクトル拡散変調信号と上記チャープ信号との相関を示す信号を出力する特性

を有する第2の出力電極と、を備え、SAWを第1の出力電極側に送波するのかそれとも第2の出力電極側に送波するのかの相違により生じる共通電極の周波数特性の複素共役性を用い、単一の圧電基板上でチャープ信号の生成及び相関検出を行うことを特徴とする。

【0018】本発明のチャープ式SAWスペクトル拡散変復調器は、さらに、入力されるインパルスの時間間隔が、生成されるチャープ信号の持続時間以下であることを特徴とする。

【0019】本発明のチャープ式SAWスペクトル拡散変復調器は、入力されるインパルスの時間間隔が、可変であることを特徴とする。

【0020】本発明のチャープ式SAWスペクトル拡散変復調器は、入力されるスペクトル拡散変調された信号が、複数のチャープ信号を多重化した信号であることを特徴とする。

【0021】本発明のスペクトル拡散通信装置は、本発明のSAWスペクトル拡散変復調器と、送信すべきデータによって変調されたインパルスをSAWスペクトル拡散変復調器に入力する手段と、SAWスペクトル拡散変復調器から出力されるチャープ信号をスペクトル拡散変調信号として送信出力する手段と、を備えることを特徴とする。

【0022】本発明のスペクトル拡散通信装置は、本発明のSAWスペクトル拡散変復調器と、データを搬送しておりチャープ信号によりスペクトル拡散変調されている信号を受信し、SAWスペクトル拡散変復調器に入力する手段と、SAWスペクトル拡散変復調器によって検出される相関がピークとなるタイミングに従いデータを再生する手段と、を備えることを特徴とする。

【0023】本発明のスペクトル拡散通信システムは、チャープ信号をスペクトル拡散変調信号として送信する本発明のスペクトル拡散通信装置と、チャープ信号によりスペクトル拡散変調された信号を受信する本発明のスペクトル拡散通信装置と、を有することを特徴とする。

【0024】本発明のチャープ信号多重化方法は、本発明のSAWスペクトル拡散変復調器に対し、生成されるチャープ信号の持続時間以下の時間間隔で一連のインパルスを入力することにより、多重化されたチャープ信号を発生させることを特徴とする。

【0025】本発明の多重化チャープ信号からの相関検出方法は、本発明の方法により多重化されたチャープ信号をスペクトル拡散変調された信号として請求項1乃至4記載のSAWスペクトル拡散変復調器に入力することにより、当該多重化されたチャープ信号それぞれについて相互に分離しながら相関を検出することを特徴とする。

【0026】そして、本発明のSAWスペクトル拡散変復調器構成方法は、第1のSAWフィルタの入力電極から送波されたSAWが第1のSAWフィルタの出力電極

によって受波された場合に、入力電極を励振したインパルスをスペクトル拡散したチャープ信号が得られるよう、第1のSAWフィルタの入力電極及び出力電極のパターンを定め、第2のSAWフィルタの入力電極から送波されたSAWが第2のSAWフィルタの出力電極によって受波された場合に、入力電極を励振したスペクトル拡散変調信号をパルス圧縮した信号が得られるよう、第1のSAWフィルタの入力電極及び出力電極のいずれか一方を第2のSAWフィルタの入力電極及び出力電極のいずれか一方と兼用される共通電極として用いつつ、第2のSAWフィルタの入力電極及び出力電極のパターン及びその配置間隔を定め、その表面においてSAWを伝搬可能な圧電基板の当該表面に、第1のSAWフィルタ及び第2のSAWフィルタを構成する合計3個の電極を、定めた配置間隔及びパターンで形成することにより、本発明のSAWスペクトル拡散変復調器を構成することを特徴とする。

【0027】

【作用】本発明のSAWスペクトル拡散変復調器においては、単一の圧電基板上に第1及び第2のSAWフィルタが構成される。そのうち第1のSAWフィルタはスペクトル拡散変調信号たるチャープ信号を発生させるためのフィルタであり、第2のSAWフィルタは、スペクトル拡散変調信号とチャープ信号の相関ピークを検出するためのフィルタ（通常はマッチドフィルタ）である。すなわち、第1のSAWフィルタの入力電極にインパルスが入力されると、このフィルタの出力電極からは、チャープ信号が出力される。また、第2のSAWフィルタの入力電極にスペクトル拡散変調された信号（スペクトル拡散変調信号）が入力されると、このフィルタの出力電極からは、スペクトル拡散変調信号とチャープ信号との相関を示す信号が出力される。各電極は、このような作用が生じるよう設計される。

【0028】本発明においては、第1のSAWフィルタの入力電極及び出力電極のうちいずれか一方と第2のSAWフィルタの入力電極及び出力電極のうちいずれか一方が、共通の電極として構成される。すなわち、共通電極に係るSAWの伝搬方向は2方向（第1の方向及び第2の方向）存在しており、共通電極の周波数特性は第1の方向と第2の方向とで互いに複素共役であるから、第1のSAWフィルタと第2のSAWフィルタは、前者によりチャープ信号生成を、後者によりパルス圧縮を、それぞれ実現するよう構成できる。

【0029】従って、本発明のSAWスペクトル拡散変復調器を用いることにより、送信機と受信機において時間遅延を除き複素の共役の特性でチャープ信号生成及びパルス圧縮を実行することが可能になり、スペクトル拡散変復調特性がスペクトル拡散変調特性と適合する。また、同一の圧電基板上においてチャープ信号の生成とパルス圧縮（相関検出）が行われるため、温度特性の安定性を

環境温度基準で絶対的に確保する必要がなくなり、送信機と受信機の温度差（相対温度）を基準として確保するのみでよくなるから広い温度範囲で使用可能となると共に、水晶基板を使用する必要がなくなり挿入損失が低減される。さらに、スペクトル拡散変調器及びスペクトル拡散復調器が単一の部品として構成されるため、スペクトル拡散を伴う双方向通信を行うシステムのように単一の機器にスペクトル拡散変調器及びスペクトル拡散復調器を共に搭載しなければならないアプリケーションであっても、当該機器を小形軽量化できる。そして、周波数が滑らかに時間変化するチャープ信号を発生させスペクトル拡散変調信号として用いることが可能になり、このスペクトル拡散変調信号復調が搬送しているデータを同一のデバイス上で復調することが可能になる。

【0030】なお、入出力を入れ替えてもSAWフィルタの周波数特性は変化しないため、本発明のSAWスペクトル拡散変復調器の構成としては、a) 第1のSAWフィルタの出力電極と第2のSAWフィルタの入力電極を共通電極とする構成、b) 第1のSAWフィルタの出力電極と第2のSAWフィルタの出力電極を共通電極とする構成、c) 第1のSAWフィルタの入力電極と第2のSAWフィルタの入力電極を共通電極とする構成の3種類が可能である。

【0031】また、本発明は、チャープ信号の多重化に適用できる。すなわち、本発明においては、さらに、入力されるインパルスの時間間隔が、生成されるチャープ信号の持続時間以下に設定され、これにより多重化されたチャープ信号が得られる。この多重化チャープ信号は、同一のSAWフィルタによって同一の原理で生成される信号であるため、互いに揃った特性となる。この結果、多重化チャープ信号を得るために複数の信号源を用いた加算手段を用いることが不要になり、チャープ信号の多重化が簡素な回路構成かつ良好な特性で実現される。逆に、多重化チャープ信号を入力した場合には、各チャープ信号から相関ピークを分離しながら検出することが可能である。これは、相関ピークが、インパルスの時間間隔で分離して得られるためである。また、入力されるインパルスの時間間隔を、例えば通信状況により変化させれば、スペクトル拡散伝送において伝送されるデータの速度（データレート）を適宜変更できる。

【0032】

【実施例】以下、本発明の好適な実施例について図面に基づき説明する。

【0033】(1) チャープ式SAWスペクトル拡散変復調器

構成

図1には、本発明の一実施例に係るチャープ式SAWスペクトル拡散変復調器101の構成が示されている。この図に示されるチャープ式SAWスペクトル拡散変復調器101は圧電基板1の同一表面に3種類の電極2～4

を形成した構成を有している。

【0034】これらの電極のうちインパルス入力電極2及び共通電極3は、スペクトル拡散変調信号を発生させるSAWフィルタとして構成されている。すなわち、端子5を介して電極2にインパルスが入力されると、このインパルスによって電極2が励振され、基板1の表面にSAWが発生する。このSAWは電極2から見て図中右方向と左方向に伝搬する。そのうち、右方向に伝搬したSAWは電極3によって受波され、電気信号に変換される。ここに、電極2及び／又は3の電極パターン（例えば電極幅、電極ピッチ、電極長等のパターン）は、電極2にインパルスが入力された場合に電極3からチャープ信号が得られるよう、かつこのチャープ信号の振幅が所定期間一定となるよう（波形整形機能）、設計されている（電極2及び3の重み付け）。従って、インパルスとしてデータにより変調されているインパルスを入力することにより、データを搬送するチャープ信号が端子6から出力される。このチャープ信号は、インパルスをスペクトル拡散した信号であるから、スペクトル拡散変調信号として送信し得る。端子5及び6は、従って、この図の素子を通信装置に搭載する際、それぞれ、データによって変調されたインパルスの入力端子又はスペクトル拡散変調信号（チャープ信号）出力端子として用いられる。

【0035】また、共通電極3及び復調信号出力電極4は、スペクトル拡散変調信号を復調するためのSAWマッチドフィルタを構成している。すなわち、端子6を介して電極3に信号が入力されると、この信号によって電極3が励振され、基板1の表面にSAWが発生する。このSAWは電極3から見て図中右方向と左方向に伝搬する。そのうち、右方向に伝搬したSAWは電極4によって受波され、電気信号に変換される。ここに、電極3及び／又は4の電極パターン（例えば電極幅、電極ピッチ、電極長等のパターン）は、電極3の電気音響変換に係る周波数特性が電極2方向と電極4方向とで複素共役になることを利用して設計されており、電極3にチャープ信号が入力された場合には、電極3及び4から構成されるSAWフィルタによって（電極2及び3から構成されるSAWフィルタとは逆に）、このチャープ信号がパルス圧縮され相関ピークが出力される。すなわち、電極2及び3から構成されるSAWフィルタから得られるチャープ信号を電極3に入力した場合、所定のタイミングで、当該信号と電極パターンとの相関がピークとなる。従って、電極3にスペクトル拡散変調信号たるチャープ信号を入力した場合に電極4から端子7を介して出力される信号（相関ピーク）に基づき、チャープ信号によって搬送されているデータを再生することができる。端子6及び7は、従って、この図の素子を通信装置に搭載する際、それぞれ、スペクトル拡散変調信号入力端子又はスペクトル拡散復調信号出力端子として用いられる。

【0036】作用効果

このように、本実施例によれば、単一の圧電基板 1 上に形成した 3 種類の電極 2~4 のうち電極 2 及び/又は 3 に所定の重み付けをすることにより、チャープ信号生成用の SAW フィルタを構成しているため、電極 2 及び 3 にインパルスを入力することにより周波数が滑らかに時間変化しかつ波形整形されたチャープ信号をスペクトル拡散変調信号として得ることができる。また、電極 3 の周波数特性が左右の伝搬方向間で複素共役であることを利用することにより、電極 3 にスペクトル拡散変調信号として入力されるチャープ信号をパルス圧縮して相関ピークを得ることを可能にしているため、上述の電極 2 及び 3 から構成される SAW フィルタにより生成されるチャープ信号からデータを復調可能になる。更には、これら 2 種類の SAW フィルタは単一の圧電基板 1 上に形成されており、かつその一部構成が共用化されているから、小型軽量で温度的にも安定なチャープ式スペクトル拡散変復調器が得られる。

【0037】(2) チャープ式スペクトル拡散通信装置構成

図 2 には、図 1 に示されるチャープ式 SAW スペクトル拡散変復調器 101 を用いて構成したチャープ式スペクトル拡散通信装置 201 の構成が示されている。この図に示されるチャープ式スペクトル拡散通信装置 201 は、チャープ式 SAW スペクトル拡散変復調器 101 の他に、インパルス発生装置 102、送受信切替器 103、送信用ミキサ 104a、受信用ミキサ 104b、局部発振器 105、高周波パワーアンプ 106、分配器 107、アンテナ 108、ローノイズアンプ 109 及びデータ再生器 110 を有している。

【0038】インパルス発生装置 102 は、送信すべきデータにより変調されたインパルスを発生させ、チャープ式 SAW スペクトル拡散変復調器 101 の端子 5 を介して電極 2 に入力する。電極 2 はこのインパルスによって圧電基板 1 の表面を励振し、SAW を発生させる。発生した SAW は、電極 2 と電極 3 の間隔に相当する時間の経過後に電極 3 によって受波される。電極 3 は、受波した SAW を電気信号に変換する。得られた信号は、その周波数が時間に対して滑らかに変化するチャープ信号であり、またこのチャープ信号は波形整形されている。チャープ信号の振幅が送信すべきデータの 1 周期内で一定となるよう、送信側（チャープ信号発生用）SAW フィルタを設計しておけば、送信すべきデータと同速度でデータ変調された振幅を有するチャープ信号が得られる。このチャープ信号（送信用チャープ信号）は、端子 6 を介してスペクトル拡散変調信号として送受信切替器 103 に入力され、さらに送信用ミキサ 104a に入力される。送信用ミキサ 104a は、局部発振器 105 によって生成される局部発振信号とスペクトル拡散変調信号とを混合し、無線周波数（RF）に変換する。高周波パ

ワーアンプ 106 は、RF に変換された信号を電力増幅し、分配器 107 を介してアンテナ 108 に供給する。これにより、データを搬送しておりかつスペクトル拡散変調されている信号が、無線送信される。また、各チャープ信号の振幅はデータの 1 周期において一定であるから、チャープ信号はミキサ 104a、アンプ 106 の非直線性の影響を受けにくい。従って、周波数帯域幅の拡大等の付加的問題点も生じない。

【0039】逆に、データを搬送しているスペクトル拡散変調信号（チャープ信号）を他の通信装置から受信した場合、まず分配器 107 を介してローノイズアンプ 109 にこの信号が供給され、ローノイズアンプ 109 により低雑音増幅される。低雑音増幅された信号は、受信用ミキサ 104b によって局部発振信号と混合され、RF から中間周波数（IF）に変換される。IF に変換された信号は、送受信切替器 103 及び端子 6 を介して電極 3 に入力される。電極 3 はこの信号によって圧電基板 1 の表面に SAW を励振する。発生した SAW は電極 3 と電極 4 の間隔に相当する時間の経過後に電極 4 によって受波される。電極 4 は、受波した SAW を電気信号に変換する。電極 3 及び 4 は、電極 3 の周波数特性が左右の伝搬方向について複素共役であることを利用して、チャープ信号をパルス圧縮し相関ピークを出力するよう設計されているため、電極 4 から得られる信号に基づきデータを再生することができる。この再生は、データ再生器 110 が行う。

【0040】作用効果

従って、本実施例に係るチャープ式 SAW スペクトル拡散変復調器 101 を搭載することにより、事務所内の LAN 等、スペクトル拡散を伴う双方向通信を行うチャープ式スペクトル拡散通信装置 201 を、より小形軽量にすることができる。

【0041】(3) チャープ式スペクトル拡散通信システム

図 3 には、図 2 のチャープ式スペクトル拡散通信装置 201 と、これと同一の構成を有するチャープ式スペクトル拡散通信装置 201' とを有するチャープ式スペクトル拡散通信システムの構成が示されている。この図に示されるようにシステムを構成した場合、各チャープ式スペクトル拡散通信装置 201 及び 201' に搭載されるチャープ式 SAW スペクトル拡散変復調器 101 を同一原理、同一特性に係る構成とすることができるため、同一原理でかつ同一特性の変復調を各チャープ式スペクトル拡散通信装置 201 及び 201' において実現できる。その際、SAW 伝搬方向に係る電極 3 の周波数特性の複素共役性を利用しているため、スペクトル拡散変調器の特性を考慮してスペクトル拡散変復調器の特性を決定するといった設計が不要になる。さらには、チャープ式スペクトル拡散通信装置 201 及び 201' のいずれにおいても同一原理でかつ同一特性の変復調が行われるた

め、チャープ式スペクトル拡散復調器の温度安定性を環境温度基準で絶対的に確保する必要がなくなる。すなわち、チャープ式スペクトル拡散通信装置201の使用温度とチャープ式スペクトル拡散通信装置201'の使用温度の差に対して、温度特性が安定であればよい。一般に、チャープ式スペクトル拡散通信装置201及び201'の使用温度範囲と両者の使用温度差を比較すると後者の方が小さいから、これにより、チャープ式スペクトル拡散通信装置201及び201'の使用可能温度範囲が広がる。

【0042】(4) チャープ式SAWスペクトル拡散変復調器の構成方法

【数2】

$$h(t) = A(t) \exp(j\phi(t)) \quad \dots (1)$$

【数3】

$$\phi(t) = 2\pi f(t)t + \phi_0 \quad \dots (2)$$

【数4】

$$f(t) = \alpha/2 \cdot t + f_0 \quad \dots (3)$$

$$A(t) = A_0 \quad (t_1 \leq t \leq t_2 \text{ の場合}) \\ = 0 \quad (t < t_1 \text{ 又は } t_2 < t \text{ の場合}) \quad \dots (4)$$

ただし、 j は虚数単位、 ϕ_0 は位相オフセット、 α は周波数変化率、 f_0 は周波数オフセットである。

【0045】式(3)に表されるように、時刻 t の経過に伴いチャープ信号の周波数 $f(t)$ 、ひいては位相 $\phi(t)$ が、直線的に変化する。リニアチャープ信号とは、このような性質を有するチャープ信号をいう。また、このリニアチャープ信号の振幅 $A(t)$ は、式(4)に表されるように、時間 $t_1 \leq t \leq t_2$ においては A_0 となる。すなわち、チャープ信号の継続期間は $t_1 \leq t \leq t_2$ の期間である。

【0046】また、この値 A_0 は、一定であることが好ましい。これは、もし A_0 が時刻 t により変化したとすると、後段の回路(送信の場合にはミキサ104aやアンプ106)の非直線性を考慮にいれなければならないからである。発生させたチャープ信号を送信信号と※

【数6】

$$f'(t) = \alpha/2 \cdot t + f_0' \quad \dots (5)$$

$$\begin{aligned} \phi'(t) &= 2\pi f'(t)t + \phi_0' \\ &= 2\pi f(t + 1/\alpha \cdot (f_0' - f_0)) \\ &\quad \cdot (t + 1/\alpha \cdot (f_0' - f_0)) + \phi_0' \\ &= \phi(t + 1/\alpha \cdot (f_0' - f_0)) + \phi_0' \\ &= \phi(t + dt) + \phi_0' \quad \dots (6) \end{aligned}$$

但し、 ϕ_0' 及び dt は、次の式(7)及び(8)で表される。

【数8】

$$\phi_0' = \pi/\alpha \cdot (f_0' - f_0) \cdot (f_0' + f_0) \quad \dots (7)$$

$$dt = t + 1/\alpha \cdot (f_0' - f_0) \quad \dots (8)$$

従って、この場合のチャープ信号の周波数特性 $h'(t)$ は、次の式(9)で表される。

$$h'(t) = A(t) \exp(j\phi'(t))$$

※次に、図1に示されるチャープ式SAWスペクトル拡散変復調器101の構成方法に関してより詳細に説明する。

【0043】チャープ信号の設計

まず、説明の簡単化のため、チャープ信号として、時間変化に対して周波数が直線的に変化するリニアチャープ信号を考える。リニアチャープ信号の時間領域での特性 $h(t)$ は、次の式(1)～(4)により表すことができる。

10 【0044】

【数1】

※して用いる場合、振幅 A_0 が時刻 t によらず一定であれば、ミキサ104aやアンプ106の非直線性にもかかわらず格別の処理なしに、送信信号について規定されている周波数帯域幅制限を満たすことができる。

【0047】チャープ信号とスペクトル拡散通信

このようなチャープ信号は、スペクトル拡散通信に用いることができる。

【0048】まず、周波数オフセットが f_0 から f_0' に変化した場合、式(3)により表される周波数 $f(t)$ は次の式(5)により表される $f'(t)$ に、式(2)により表される位相 $\phi(t)$ は次の式(6)により表される $\phi'(t)$ に、それぞれ変化する。

【0049】

【数5】

★【0050】

★【数7】

☆【0051】

☆【数9】

$$=A(t) \exp(j(\phi(t+dt) + \phi_0)) \dots (9)$$

一方、式(1)に示される特性 $h(t)$ を有するリニアチャープ信号を送信し、受信側が時刻 $t+dt$ においてこの信号を受信したとすると、受信された信号は、次の式(10)で表される特性 $h''(t)$ として表現でき *

$$h''(t) = h(t+dt) \\ = A(t+dt) \exp(j\phi(t+dt)) \dots (10)$$

従って、式(9)の $h'(t)$ と式(10)の $h''(t)$ の相違は、時間により変化しない項 ϕ_0 のみである。これは、リニアチャープ信号を用いて通信を行った場合に得られる受信信号が、概ね、 $h(t)$ に dt による遅延の他に、周波数オフセット又は位相オフセットの変化を加えた信号となることを意味している。一般に、送受信点間の距離は不定であり、また送受信のクロックは非同期であるから、 dt の影響や周波数オフセット又は位相オフセットの変化の影響は無視することができる。また、 dt が $t_0 - t_1$ より十分小さければ、 dt の影響はさらに小さくなる。言い換えれば、チャープ信号を用いることにより、送受信間で非同期の通信を実現できる。

【0053】また、チャープ信号を用いたスペクトル拡散通信を実現できれば、情報の秘匿性や、雑音に対する強さも得られる。チャープ信号たるスペクトル拡散変調信号を復調するためには、変調時に用いたチャープ信号との相関を演算する必要があり、そのための手段としては、マッチドフィルタを用いるのが好ましい。マッチド※

【0054】また、チャープ信号を用いたスペクトル拡散通信を実現できれば、情報の秘匿性や、雑音に対する強さも得られる。チャープ信号たるスペクトル拡散変調信号を復調するためには、変調時に用いたチャープ信号との相関を演算する必要があり、そのための手段としては、マッチドフィルタを用いるのが好ましい。マッチド※

$$S_1(\omega) = S_i(\omega) S_c(\omega) \exp(-j\omega T_1) \dots (11)$$

となる。周波数特性が $I(\omega)$ で表されるインパルス(但し、送信データによって変調されているとする)が電極2に入力されると、電極3からは次のような周波数★30

$$H(\omega) = I(\omega) S_1(\omega) \\ = I(\omega) S_i(\omega) S_c(\omega) \exp(-j\omega T_1) \dots (12)$$

従って、電極2及び3から構成されるSAWフィルタによってチャープ信号を得るためには、チャープ信号(時間特性 $h(t)$)のフーリエ変換を $H(\omega)$ とした場合に、電極2及び3の周波数特性 $S_i(\omega)$ 及び $S_c(\omega)$ が式(12)の関係を満たしていなければならない。すなわち、電極2及び3は、その周波数特性 $S_i(\omega)$ 及び $S_c(\omega)$ が式(12)を満たし従って電極3から周波数特性 $H(\omega)$ のチャープ信号が得られるよう、その重み付けが設計される。

【0057】チャープ式SAWスペクトル拡散復調の原理

このように設計された電極3を用い、チャープ信号によるスペクトル拡散変調された信号を復調するためには、電極3からみて電極2とは逆側に電極4を設けると共に、この電極4を次のような設計にする必要がある。

【0058】この設計の前提となる原理としては、式(11)の関係は、入出力の関係を入れ替えても変化し

＊る。

【0052】

【数10】

※フィルタにより得られる相関がピークとなるタイミングで受信信号を復調すれば、信号伝搬経路差がある信号を分離できるためマルチパス等により生じる干渉をある程度除去できる。

【0054】チャープ式SAWスペクトル拡散変調の原理

次に、本発明におけるチャープ式スペクトル拡散変調の原理について説明する。

【0055】まず、SAWフィルタの周波数特性は、入力電極による電気音響変換の項と、圧電基板上をSAWが伝搬するのに要する時間を示す項と、出力電極による音響電気変換の項と、の積で表される。従って、実施例における入力電極2の電気音響変換に係る周波数特性を $S_i(\omega)$ 、共通電極3の音響電気変換に係る周波数特性を $S_c(\omega)$ 、入力電極2と共通電極3の間のSAW伝搬時間を T_1 とすると、電極2及び3によって構成されるSAWフィルタの周波数特性 $S_1(\omega)$ は、

【数11】

★特性 $H(\omega)$ を有する電気信号が得られる。

【0056】

【数12】

ない、という原理がある。すなわち、実施例中の電極3を入力電極として用い、電極2を出力電極として用いたSAWフィルタの周波数特性も、式(11)で示される特性 $S_1(\omega)$ となる。

【0059】また、SAWフィルタにおいては、一般に、ある電極が圧電基板表面を励振すると、これによって生成されるSAWは圧電基板上を2方向に伝搬していく。従って、共通電極3を入力電極として用いた場合に生成されるSAWは、電極2側に伝搬する一方で電極3側にも伝搬する。電極4の音響電気変換に係る周波数特性を $S_o(\omega)$ 、SAW電極3と4の間をSAWが伝搬するのに要する時間を T_2 とした場合、電極3を入力電極とし電極4を出力電極とするSAWフィルタの周波数特性 $S_2(\omega)$ は、次の式(13)によって表される。すなわち、逆方向(電極4方向)に送波(又は受波)するSAWについては、電極3の周波数特性は複素共役に係る $S_c^*(\omega)$ となる。

【0060】

* * 【数13】

$$S_z(\omega) = S_c^*(\omega) S_o(\omega) \exp(-j\omega T_z) \quad \dots (13)$$

従って、周波数特性が $H(\omega)$ で表されるチャープ信号が電極3に入力されると、電極4からは、周波数特性が※

$$\begin{aligned} P(\omega) &= H(\omega) S_z(\omega) \\ &= H(\omega) S_c^*(\omega) S_o(\omega) \exp(-j\omega T_z) \end{aligned} \quad \dots (14)$$

この信号 $P(\omega)$ が相関ピークを表すために必要な条件は、電極3及び4から構成されるSAWフィルタがマッチドフィルタであることである。そのためには、マッチドフィルタを構成する際に必要となる負時間の条件を満たすよう時間 T_z 、すなわち電極3と4の間隔を設定する★

★と共に、 $S_z(\omega)$ が次の特性となるよう、 $S_c^*(\omega) S_o(\omega)$ 、すなわち電極3及び4の構造（重み付け）を設計すれば良い。

【0061】

$$S_z(\omega) = H^*(\omega) \exp(-j\omega T_z) \quad \dots (15)$$

また、時間領域のサイドローブ（タイムサイドローブ）を小さくするためには、例えば、電極4からの出力信号の周波数特性 $P(\omega)$ が次の式（16）により表されるものとなるよう、電極4（及び3）をハミング重み付け☆

☆すればよい。むしろ他の重み付も可能である。

【0062】

$$\begin{aligned} P &= 0.08 + 0.92 \cos(2\pi(f - f_c)/B) \\ & \quad (f_c - B/2 \leq f \leq f_c + B/2 \text{ の場合}) \\ &= 0 \quad (\text{その他の場合}) \end{aligned}$$

... (16)

但し、 f_c は受信信号の中心周波数、 B は使用周波数帯域幅である。

【0063】2個のSAWフィルタの関連

上述のように電極2～4を設計することにより、チャープ信号を生成し、またこれを変調信号として得られるスペクトル拡散変調信号を復調することが可能になる。すなわち、電極3から電極4方向にSAWを送波する際の電極4の周波数特性が電極2方向にSAWを送波する際のそれと複素共役であるため、電極3及び4から構成されるSAWフィルタの周波数特性 $S_z(\omega)$ を容易にマッチドフィルタ特性とすることが可能になる。これにより、単一の圧電基板1上にチャープ信号生成とチャープ信号の相関検出という機能を実現できる。

【0064】また、一般に、SAWフィルタにおける電気機械変換係数は小さく、そのためSAWフィルタの挿入損失は大きくなる。また、電気機械変換係数が比較的大きく従って挿入損失を小さくする見込みのある圧電材料は、温度特性が悪くSAW伝搬遅延時間の温度係数も大きい（すなわち上述の T_1 及び T_2 が温度変化により大きく変動する）。SAW伝搬遅延時間の温度係数の符号を正負反転したものがSAWフィルタにおける周波数温度係数となるから、SAWフィルタの設計に当たっては一般に伝搬遅延時間温度係数の大きさが重要な問題となる。そのため、従来においては、温度的に安定な水晶基板が圧電基板として用いられていた。

【0065】これに対し、本実施例においては、単一の圧電基板1上でチャープ信号の生成及びその相関検出を行っている。従って、通信装置を使用する全温度範囲に亘って周波数温度係数が安定であることは必要でなく

り、信号の送受信を行う2台の通信装置間で有意な周波数差が存在しなければ良いこととなる。これは、当該2台の温度差さえ考慮すれば良いことを意味している。一般に、通信装置を使用する全温度範囲に比べ2台の温度差は各段に小さいから、本実施例においては、圧電基板1として水晶以外を用いても良くなり、挿入損失を低減することが可能になる。

【0066】(5)多重化

上述の実施例の構成は、スペクトル拡散多重通信に適する構成である。すなわち、インパルス発生装置102において、チャープ信号の持続時間より短い時間間隔でインパルスを発生させるようにすれば、相異なるデータを搬送するチャープ信号を好適に多重化できる。また、多重化されたチャープ信号を他のSAWスペクトル拡散通信装置から受信した場合に、多重化されている各チャープ信号から自己相関ピークを好適に分離することができる。

【0067】多重化の原理

一般に、SAWデバイスに使用される圧電基板は、非常に広いパワーレベル範囲に亘って線形性を有する。RF及びIFにてSAWデバイスが広く用いられるのは、圧電基板の線形性によって線形性の高い高性能のフィルタを実現できるからである。本実施例をチャープ信号の多重化伝送に適用する際にも、この線形性を利用する。

【0068】いま、インパルス発生装置102から入力される単発のインパルスを、時間領域で $i(t)$ 、周波数領域で $I(\omega)$ と表すこととする。すると、電極2及び3から構成されるSAWフィルタから出力される応答は、時間領域では式（17）の $h(t)$ で表され、周波

数領域では式(18)の $H(\omega)$ で表される。なお、式(17)中、演算子 $*$ はコンボルーションを示している。

$$h(t) = i(t) * s_1(t) \quad \dots (17)$$

【数18】

$$H(\omega) = I(\omega) \cdot S_1(\omega) \quad \dots (18)$$

インパルス発生装置102から、電極2に、2個のインパルスが時間間隔 t_1 で入力されたとすると、時間間隔 t_1 による遅延を $\exp(-j\omega t_1)$ で表されることから、2個目のインパルスへの周波数応答は、次の式 ※10

$$\begin{aligned} H(\omega) \cdot \exp(-j\omega t_1) \\ = I(\omega) \cdot S_1(\omega) \cdot \exp(-j\omega t_1) \quad \dots (19) \end{aligned}$$

上述のように、SAWフィルタには良好な線形性があるため、式(18)と(19)を重ね合わせることが可能である。すなわち、電極2及び3から構成されるSAWフィルタの周波数応答は、時間間隔 t_1 で入力される2個のインパルスに対しては次の式(20)で示されるような応答となり、時間応答は式(20)の逆フーリエ変★

$$\begin{aligned} H(\omega) \cdot \{1 + \exp(-j\omega t_1)\} \\ = I(\omega) \cdot S_1(\omega) \cdot \{1 + \exp(-j\omega t_1)\} \quad \dots (20) \end{aligned}$$

【数21】

$$h(t) + h(t - t_1) = \{i(t) + i(t - t_1)\} * s_1(t) \quad \dots (21)$$

式(20)及び(21)において、2個のインパルスの時間間隔 t_1 をチャープ信号の持続時間より短くした場合、電極3から出力される信号は、1個目のインパルスに反応して出力されるチャープ信号と、2個目のインパルスに反応して出力されるチャープ信号とを、多重化した信号となる。また、多重化される2個のチャープ信号は、同一のSAWフィルタによって同一の原理で生成されるため、相互の振幅や位相が非常に揃った信号となる。従って、本実施例によれば、スペクトル拡散多重伝送を行う際に、複数のチャープ信号を単一の信号源(この実施例では電極2及び3から構成されるSAWフィルタ)によって精度よく発生できるため、回路構成が簡素になる。

【0072】 分解の原理

また、同一周波数帯域に属し異なる符号でスペクトル拡散された信号同士の相互相関は、一般に、同一符号でスペクトル拡散された信号同士の相互相関に比べ悪い場合が多い。従って、復調側のSAWフィルタ(本実施例では電極3及び4から構成されるSAWフィルタ)の出力に現れる信号のうち、上記異なる符号に係る信号同士の入力によって生じる時間スプリアスのレベルは、上記同一の符号に係る信号同士の場合よりも低いことが一般的である。従って、上述のように同一のSAWフィルタによって生成された複数のチャープ信号からは、同一のマッチドフィルタを用いて相関ピークを好適に検出できる。さらに、このような原理で生成された多重化チャー

*【0069】
【数17】

※(19)の左辺に示されるような応答となる。
【0070】
【数19】

★換により得られる式(21)のような応答となる。これは、電極2及び3から構成されるSAWフィルタの出力が、当該SAWフィルタの電極パターンと各インパルスとの相関を加算した信号であることを示している。

【0071】
【数20】

プ信号を他のスペクトル拡散通信装置から受信した場合、これを電極3に入力することにより得られる相関ピークは、チャープ信号の生成の際に用いたインパルスの時間間隔 t_1 で、各チャープ信号毎に分離して得られる。すなわち、電極3及び4から構成されるSAWフィルタの電極パターンと2個目のインパルスに対応するチャープ信号との相関のピークは、このSAWフィルタの電極パターンと1個目のインパルスに対応するチャープ信号との相関のピークよりも、時間間隔 t_1 だけ後に発生する。これにより、多重化された複数のチャープ信号から、分離しながら相関ピークを検出できる。チャープ信号の生成に使用したインパルスは、それぞれデータによって変調されているから、各チャープ信号から相関ピークを分離しながら検出することにより、各データを好適に再生できる。

【0073】 データレートの変換性能

さらに、この実施例によれば、インパルスの時間間隔を適宜変化させることにより、データレートを変化させることができる。例えば、図3に示されるスペクトル拡散通信装置201と201'の間の通信状況(雑音や他のシステムからの干渉の度合い等)を考慮に入れて時間間隔を変えれば、データレートを通信状況に応じたレートにすることができる。

【0074】 (6) その他

なお、電極3及び4から構成されるフィルタの特性は、電極3及び電極4のいずれを入力電極としても変わらな

い。同様に、電極 2 及び 3 から構成されるフィルタの特性は、電極 2 及び電極 3 のいずれを入力電極としても変わらない。従って、本発明の構成は、電極 2 及び 3 を入力電極として用い電極 3 及び 4 を出力電極として用いる構成に限定されるものではない。また、多重化するチャープ信号の個数は 2 個に限定されるものではなく、3 個以上であってもよい。また、本発明を多重化に適用する場合には、各電極のパターンは、多重化されたチャープ信号が良好な特性となるよう波形整形可能に設定する必要がある。

【0075】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、単一の圧電基板上に形成した第 1 及び第 2 の SAW フィルタを構成する電極からそれぞれ 1 個を取り出して共通電極とし、SAW 伝搬方向による共通電極の周波数特性の複素共役性を利用するようにしたため、チャープ信号を好適に生成でき、またチャープ信号とスペクトル拡散変調信号との相関を検出でき、加えてこれらの機能を単一圧電基板上で好適に実現できる。従って、本発明のチャープ式 SAW スペクトル拡散変復調器を搭載することにより、事務所内の LAN 等、スペクトル拡散を伴う双方向通信を行うスペクトル拡散変復調装置を、より小形軽量にすることができる。さらに、本発明によれば、複数のスペクトル拡散通信装置に搭載されるチャープ式 SAW スペクトル拡散変復調器を本発明に係る同一の構成とすることができるため、同一原理でかつ同一特性の変復調を各スペクトル拡散通信装置において実現できる。加えて、本発明によれば、相互に無線通信する複数のチャープ式スペクトル拡散通信装置のいずれにおいても同一原理でかつ同一特性の変復調が行われるため、チャープ式 SAW スペクトル拡散復調器の温度安定性を環境温度基準で絶対的に確保する必要がなくなる。これにより、チャープ式スペクトル拡散通信装置の使用可能温度範囲が広がり、また水晶基板を使用する必要がなくなり電気音響変換特性の良い材料を使用して挿入損失を低減可能になる。

【0076】そして、本発明は、a) 第 1 の SAW フィルタの出力電極と第 2 の SAW フィルタの入力電極を共通電極とする構成、b) 第 1 の SAW フィルタの出力電極と第 2 の SAW フィルタの出力電極を共通電極とする構成、c) 第 1 の SAW フィルタの入力電極と第 2 の SAW フィルタの入力電極を共通電極とする構成のいずれによっても実現できる。

【0077】また、本発明によれば入力されるインパルスの時間間隔を、生成されるチャープ信号の持続時間以下に設定するようにしたため、多重化されたチャープ信号が得ることができる。また、この多重化チャープ信号は、同一の SAW フィルタによって同一の原理で生成される信号であるため互いに揃った特性となり、多重化チャープ信号を得るために複数の信号源を用いた加算手段を用いることが不要になり、チャープ信号の多重化を簡素な回路構成かつ良好な特性で実現できる。逆に、多重化チャープ信号を入力した場合には、各チャープ信号から相関ピークを分離しながら検出することが可能である。また、入力されるインパルスの時間間隔を、例えば通信状況により変化させれば、データレートを適宜変更できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施例に係るチャープ式 SAW スペクトル拡散変復調器の構成を示す斜視図である。

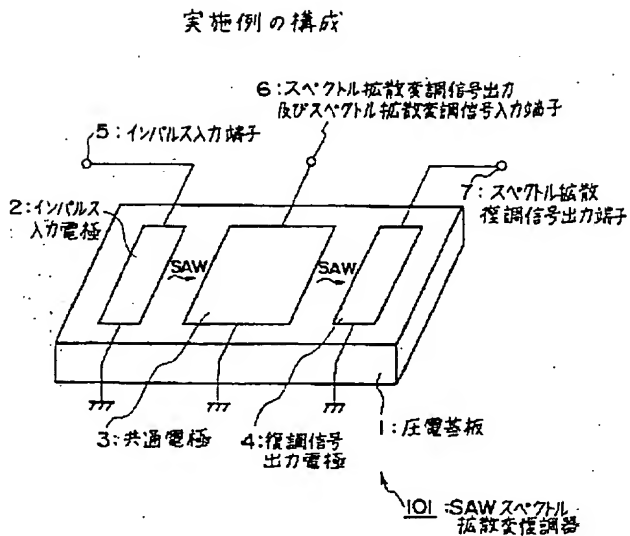
【図 2】この実施例を応用して実現したチャープ式スペクトル拡散通信装置の構成を示すブロック図である。

20 【図 3】図 2 に示されるチャープ式スペクトル拡散通信装置から構成されるチャープ式スペクトル拡散通信システムの構成を示すブロック図である。

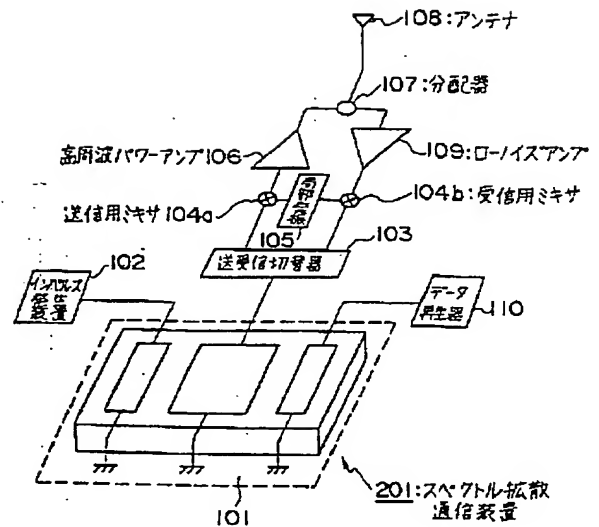
【符号の説明】

- 1 圧電基板
- 2 インパルス入力電極
- 3 共通電極
- 4 復調信号出力電極
- 5 インパルス入力端子
- 6 スペクトル拡散変調信号出力及びスペクトル拡散変調信号入力端子
- 7 スペクトル拡散復調信号出力端子
- 101 チャープ式 SAW スペクトル拡散変復調器
- 102 インパルス発生装置
- 103 送受信切替器
- 104a 送信用ミキサ
- 104b 受信用ミキサ
- 105 局部発振器
- 106 高周波パワーアンプ
- 107 分配器
- 40 108 アンテナ
- 109 ローノイズアンプ
- 201, 201' チャープ式スペクトル拡散通信装置

【図 1】

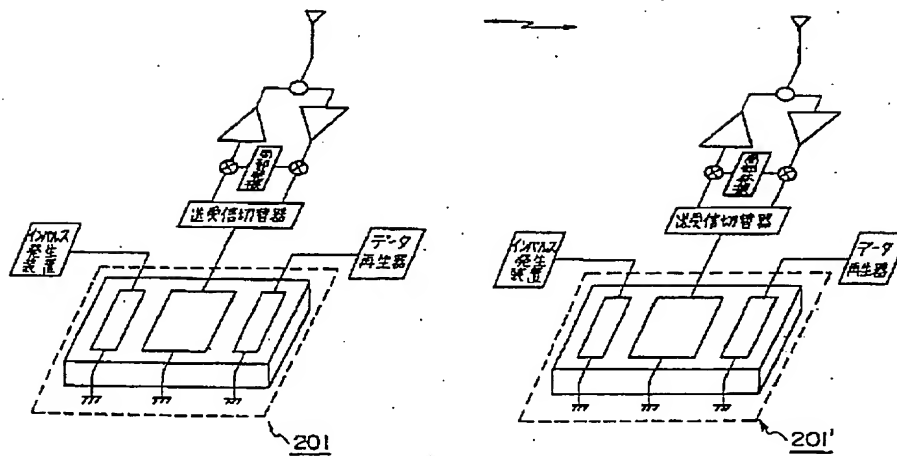


【図 2】



【図 3】

実施例の応用



フロントページの続き

(54) 【発明の名称】 チャープ式 SAW スペクトル拡散変復調器、これを用いた通信装置及びシステム、チャープ信号の多重化方法、多重化チャープ信号からの相関検出方法並びにチャープ式 SAW スペクトル拡散変復調器の構成方法